

БИОЛОГИЯ

Почвоведение. Экология

Научная статья

УДК 631.4.

DOI 10.18101/2587-7143-2021-2-3-14

КЛИМАТИЧЕСКИЕ АРЕАЛЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЙ В КООРДИНАТАХ СИСТЕМЫ «ПОЧВА — КЛИМАТ» ПО ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОЙ ГРАНИЦЫ КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАБАЙКАЛЬЯ

© **Бадмаев Нимажап Баяржапович**

доктор биологических наук, профессор¹,
заместитель директора по научной работе,
заведующий лабораторией географии и экологии почв²,

¹ Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова,

² Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН

Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина 24а

nima_b@mail.ru

© **Гынинова Аюр Базаровна**

доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник,

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН

Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

ayur.gyninova@mail.ru

© **Цыбенев Юрий Бадмажапович**

кандидат биологических наук, заведующий лабораторией биохимии почв,

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН

Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

jurcybenov@gmail.com

Аннотация. На основе иерархического принципа почвенно-географического районирования последовательно выбраны Северо-Байкальская и Забайкальская горная провинции, внутри которых выделены пространственные границы Еравнинско-Телембинского юга Витимского плоскогорья (ЮВП) и Кижингинско-Шилкинского среднегорного севера Селенгинского среднегорья (ССС) почвенного округа по территории южной границы криолитозоны Забайкалья. Сопряженный анализ мелкомасштабных карт (М 1: 3 500 000) позволил выявить взаимоспецифические состояния почв и климатических факторов среды, определить климатические ареалы почв и распределение полей в координатах системы «почва — климат» на уровне почвенных округов. Для поиска новых сочетаний факторов почвообразования использованы тематические карты литогенных и мерзлотных условий, которые позволили определить ключевые полигоны-трансекты на разных типах распространения многолетней мерзлоты с контрастным почвенным покровом.

Ключевые слова: климатические параметры, координатный анализ, почвенный покров, факторы почвообразования, экологическая ниша типов почв

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-29-05250 мк и проекта НИР № 121030100228-4.

Для цитирования

Бадмаев Н. Б., Гыннинова А. Б., Цыбенков Ю. Б. Климатические ареалы и распределение полей в координатах системы «почва — климат» по территории южной границы криолитозоны Забайкалья // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2021. № 2. С. 3–14.

Введение. Закономерности географии почв можно рассматривать как конкретную реализацию в реальном географическом пространстве общих закономерностей экологии почв [6], т. е. закономерностей распределения факторов почвообразования. Почва как самостоятельное естественно-историческое тело представляет собой противоречивое единство четырех составляющих, таких как совокупность литогенных свойств, унаследованных от исходных почвообразующих пород; совокупность педогенных свойств, возникших в результате преобразования почвенными процессами исходных почвообразующих пород при участии геоморфологических факторов и климатических процессов; совокупность процессов и режимов циклического характера, представляющих жизнь почв; совокупность антропогенных свойств [1; 11].

Изменяясь в пространстве, эти составляющие формируют почвенный покров конкретной территории, имеющий свои специфические черты, которые выражаются в его строении и взаимодействии почв между собой. Следовательно, почвенный покров можно рассматривать как сложную многокомпонентную и многоуровневую систему иерархических единиц, для оценки разнообразия которой необходимо использование современных методов анализа картографической информации.

В почвоведении для анализа почвенно-экологических закономерностей И. А. Соколовым [11] определены и даны понятия и термины учения об экологии почв. Так, под экологическим пространством понимается абстрактное многомерное пространство, в котором в качестве координат выступают факторы почвообразования; экологическим полем — плоскость в экологическом пространстве, образованная либо двумя факторами, либо двумя характеристиками одного фактора при стационарности всех остальных факторов; экологическим рядом — линия в экологическом пространстве, направленная объективная смена почв в экологическом пространстве при последовательной смене факторов почвообразования.

Далее автор продолжает, что экологическая ниша — часть экологического пространства, занятая интересующим нас объектом, т. е. совокупностью всех комбинаций факторов, при которых возможно формирование данного объекта; экологический диапазон — диапазон значений одного фактора или одной характеристики этого фактора, в котором возможно существование объекта; экологический ареал — часть экологического поля, занятая интересующим нас объектом, т. е. плоскость в пространстве экологической ниши. Именно экологические

ареалы изучаются в том случае, когда исследуется распределение почв в гидро-термическом поле [11].

Одним из самых интересных регионов по разнообразию факторов почвообразования являются контрастные ландшафты Забайкалья [10], которые характеризуются резко континентальным климатом с широким распространением сезонной и многолетней мерзлоты, горным характером рельефа, мозаичностью растительного покрова и почвообразующих пород.

Поэтому в данной статье для установления экологической ниши почв в системе «почва — климат» предлагается координатный анализ — изучение формирования почв в многомерном признаковом пространстве факторов почвообразования.

Объекты и методы исследования. Для реализации цели почвенный покров представлен как система объектов, расположенных в n -мерном экологическом гиперпространстве, осями которого выступают факторы почвообразования [5]. Каждый тип почвы может формироваться лишь внутри определенной амплитуды значений каждого фактора. Крайние значения определяют тот объем многомерного пространства, который и может быть определен как экологическая ниша типа почвы.

На основе разработанного информационно-картометрического подхода (ИКП) удалось дифференцировать континуальный и чрезвычайно неоднородный контрастный почвенный покров модельных территории юга Витимского плоскогорья (ЮВП) и севера Селенгинского среднегорья (ССС) криолитозоны Забайкалья в соответствии с факторами почвообразования. Теоретической основой ИКП является положение о том, что почвенный покров — это система, состоящая из элементов (факторы почвообразования), каждый из которых имеет свои количественные и качественные показатели и характеристики. Для выявления «скрытых» количественных и качественных показателей факторов почвообразования создается пространственная картографическая информация (КИ), которая для каждого фактора почвообразования ранжируется, в результате которого образуется многомерное признаковое пространство. На каждый выделенный почвенный контур на уровне типа накладывается КИ факторов почвообразования, рассчитывается статистическая встречаемость типа почв с отдельными факторами почвообразования и их ранговыми значениями. В конечном итоге каждый тип почв имеет только ему присущие количественные и качественные параметры, которые характеризуют его экологическую нишу в этом многомерном признаковом пространстве.

Результаты и обсуждение. На основе иерархического принципа почвенно-географического районирования последовательно выбраны Северо-Байкальская и Забайкальская горная провинции, внутри которых выделены пространственные границы Еравнинско-Телембинского ЮВП и Кижингинско-Шилкинского среднегорного ССС почвенного округа по территории южной границы криолитозоны Забайкалья (рис. 1, табл. 1).

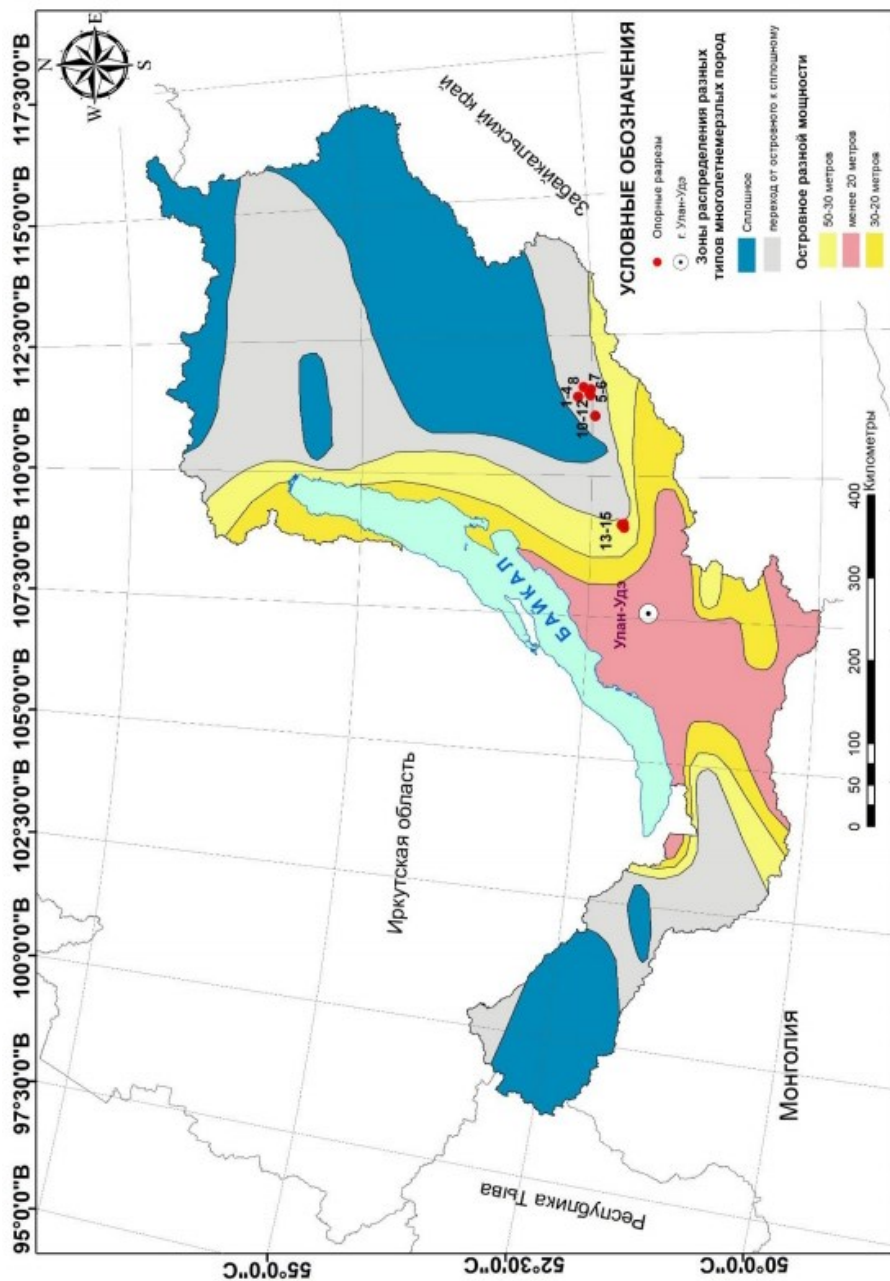


Рис. 1. Расположение опорных разрезов почв юга Витимского плоскогорья и севера Селенгинского среднегорья на разных зонах распространения многолетнемерзлых пород

Таблица 1

Многомерное пространственное факторов почвообразования юга Витимского плоскогорья и севера Селенгинского среднегорья и общие параметры топоэкологических ниш типов почв

ПТ № ОР и почвы	«Красногорка»				«Дархитуй»				«Комсомольская сопка»				«Хасурта»		
	1 ПЛ	2 Чк	3 Сд	4 Чк	5 БР	6 ПЛ	7 Чи, к	8 А(Лд)с	9 Чкз	10 Чг	11 БР	12 Кра	13 ДПб	14 Кра	15 К
КАМЕРАЛЬНЫЙ БЛОК (начало работ по микроморфологическому описанию почв, аналитические работы, выявление параметров экологических ниш типов почв, предварительная диагностика и классификация почв (2004, 2008) в корреляции с КДП (1977) и WRB (2006))															
Тип расти- тель- ности	Березо- вый лес	Луговые степи	Лист- венный лес	Березо- вый лес	Луго- вые степи	Остеп- нен- ный луг	Луго- вые степи	Луг. сте- пи с га- ло- фитами	Листвен- нично- березо- вые леса	Крио- ксеро- фитные степи	Сосно- вый лес	Крио- ксеро- фитные степи	Крио- ксеро- фитные степи	Крио- ксеро- фитные степи	К
Рельеф	Пологий лесной склон северной экспозиции (969 м), водораздел (973 м) и крутой лугово-во-степной склон южной экспозиции (967 м)														
МП, Ген	Д, Дса	Дса	Э, Д	Д, Дса	Дса	О	Дса, А	Э, ЭД	Дса кам	ЭД, Д	Дса кам	ЭД, Д	Дса кам	Дса	Дса
МП, Грс	ТС, Гд		ТС		С	Гд	П, огл. дрова	ТС	С				Сд, П	С, Лс	Сд, П

ПОЛЕВОЙ БЛОК (описание почв и отбор образцов, установка датчиков T и W, бурение и взятие кернов для радиоуглеродного анализа органического вещества почв)					
ПП	Палеоген-неогеновые отложения	Неогеновые и ниже-плейстоценовые базальты			Ниже-палеозойские гранитоиды
Осадки, мм	350–400	350–400	200–400	350–400	200–200 400–250
Сумма T > 10°C	1000–1400	1000–1400	1400–1600	1000–1400	1600–1800
	1400–1600			2000	2000–2000
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ БЛОК (обзор и создание факторно-экологической матрицы «почва — климат (мерзлота)», поиск и определение ключевых ПТ)					
Почвенные округа	Еравнинско-Телембинский котловинный				Кижингиско-Шилкинский среднегорный
Провинции	Северо-Прибайкальская горная провинция				Забайкальская горная провинция
ОБЛАСТЬ	ВОСТОЧНО-СИБИРСКАЯ МЕРЗЛОТНО-ТАЕЖНАЯ ОБЛАСТЬ				
ПОЯС	БОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННО-ХОЛОДНЫЙ) ПОЯС				

Примечание:

ПТ — полигон-трансект; ОР — опорные разрезы;

Почвы: ** — сезонномерзлотные, ПЛ — палевые темногумусовые; Чк — черноземы квазиоглеевые; Сл — слитоземы темные; БР — буроземы грубогумусовые; Чи, к — черноземы иллювиально-глинистые квазиоглеевые; А (Дд)с — Аллювиальные (лимнические) дерновые слабо-развитые; Чкз — черноземы квазиоглеевые засоленные; Чг — черноземы глееватые; КРа** — криоаридные; ДПб** — дерново-подбурь; К** — каштановые; Т — температура; МП, Ген — материнская порода по генезису; Э — элювий, ЭД — элювио-делювий, Д — делювий, Дса — делювий карбонатный, А — аллювий, О — озерные отложения; МП, Грс — гранулометрический состав: п — песок; сп — супесь; лс — легкий суглинок; тс — тяжелый суглинок; гл — глина; ПП — почвообразующие породы.

На основе сопряженного анализа картографической информации (КИ) мелко-масштабных карт (М 1:3 500 000)¹ выявлены взаимоспецифические состояния почв и климатических факторов среды (рис. 2). Статистическая выборка почвенной и тематических карт климатической среды позволила сформировать многомерное признаковое пространство системы «почва — климат». Сопоставление гидротермических показателей рассматриваемой территории с климатическими ареалами основных типов почв [6; 7] показывает, что в подобных климатических условиях располагаются лишь ареалы тундровых и подзолистых почв (рис. 3). По среднегодовой температуре воздуха диапазон колеблется в пределах от -3,8 до -5,5 °С. Годовая сумма осадков, в диапазоне которых функционируют почвы, составляет 250–400 мм. В таком «узком» гидротермическом диапазоне, в классическом варианте которых формируются только два зональных типа (тундровые и подзолистые), на исследуемой территории выявлены до 11 типов почв. Причем последние находятся в холодной части ареала с отрицательной среднегодовой температурой. Ареалы других зональных типов почв (каштановые и черноземы) наблюдаются в условиях с положительными среднегодовыми температурами. Ведущим фактором дифференциации почвенного покрова выступает степень увлажнения, определяющая полноту использования тепловой энергии.

						7-й этап. Карта T > 0 °C (Пр)		
						6-й этап. Карта. Контин. клим.		
						5-й этап. Карта T июня		
						4-й этап. Карта T января		
						3-й этап. Карта T > 10° C		
						2-й этап. Карта Осадки		
1-й этап. Карта Почвы ЕК		Климатические параметры экологических ниш почв ЮВМ и ССС Забайкалья						
		Фактор						
		Почвы						
		А*	К*	Ч*	ДТ*	МЛл	МЛч	МЛ
		Ос, мм	200 250- 400	200 200- 250	200- 350- 400	350- 400	200 350- 400	200- 250 350- 500
		T10, °C	1400- 2000 2000	1800- 2000 2000	1600- 2000 2000	1000- 1400	1000- 1200	1400- 1600 1400
		Тя, °C	-36... -18	-30... -28	-32... -18	-34... -18	-24... -20	-30... -24 -22
		Ти, °C	14-20 20	18-20	14-20 20	14-20	10-16 18-20	14-16
		К	60-95 95	80-95	70-95	75-90	75-90 75-95 95	60-70
		ПР, дни (T > 0 °C)	191- 198	191- 198	167- 190	143- 150 174	143- 150 166	151- 174
* Сезонномерзлотные почвы, остальные мерзлотные								

Рис. 2. Алгоритм информационно-картографической оценки и анализа картографической информации в системе «почва — климат»
Почвы: А — аллювиальные; К — каштановые; Ч — черноземы; ДТ — дерново-таежные; МЛл — мерзлотные лугово-лесные; МЛч — мерзлотные лугово-черноземные; МЛ — мерзлотные лугово-вые.

¹ Атлас Забайкалья. Москва; Иркутск: ГУГК, 1967. 76 с.

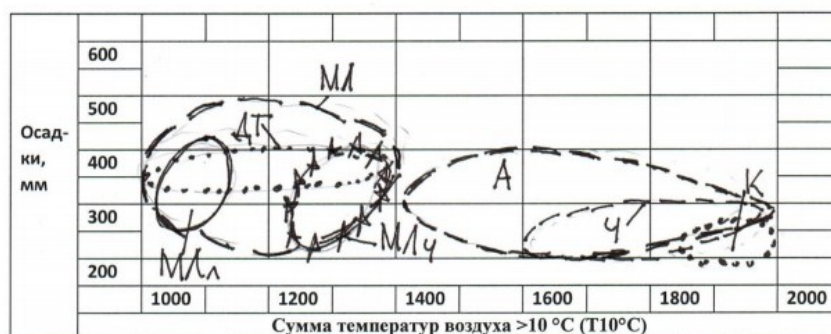


Рис. 3. Гидротермическая система и распределение полей почвенных типов ЮВП и ССС Забайкалья

Почвы: А — аллювиальные; К — каштановые; Ч — черноземы; ДТ — дерново-таежные; МЛл — мерзлотные лугово-лесные; МЛч — мерзлотные лугово-черноземные; МЛ — мерзлотные луговые.

Таким образом, специфичными для Предбайкалья и Забайкалья можно считать низкий энергетический уровень почвообразования, небольшие различия в теплообеспеченности между генетическими далекими почвами, их территориальное единство.

На основе почвенных и климатических тематических карт определены климатические ареалы, составлена гидротермическая система и распределены поля почвенных типов (рис. 4) Забайкалья [6]. Из изученных почв по атмосферному увлажнению крайние позиции занимают черноземы и каштановые почвы криоаридных ландшафтов, с одной стороны, и мерзлотные лугово-лесные и мерзлотные луговые почвы криогидроморфных ландшафтов — с другой. Пространственная и информационная граница по этому показателю между последними проявляется на величине 250–300 мм. Пространственной и информационной границей между мерзлотными и сезонномерзлотными почвами является величина 1400 °С, ниже которой формируются и развиваются мерзлотные, выше — наоборот.

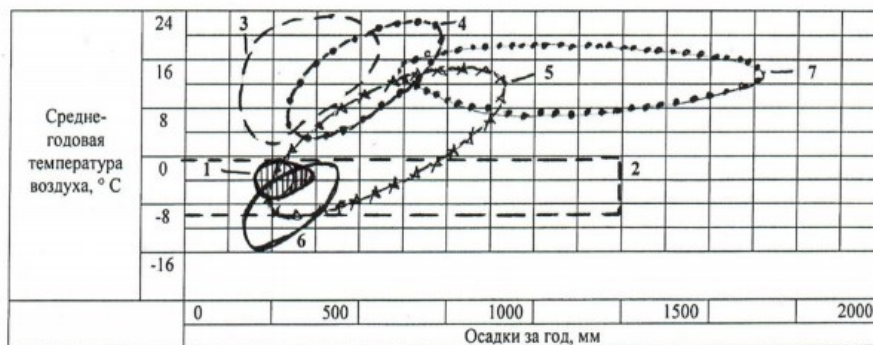


Рис. 4. Климатические ареалы почв ЮВП и ССС среди климатических ареалов почв В. Р. Волобуеву (1963) и В. А. Кузьмину (1988).

Ареалы почв: 1 — исследуемого региона; 2 — Предбайкалья и Северного Забайкалья; 3 — каштановые; 4 — черноземы; 5 — подзолистые; 6 — тундровые; 7 — бурые лесные.

Таким образом, сопряженный анализ почв и климатического фона, при котором они формируются, позволил определить параметры экологических ниш в системе «почва — климат» на уровне почвенных округов.

Система «почва — климат» для более полной оценки влияния климата как фактора почвообразования дополнена «мерзлотным субфактором» через глубину протаивания и промерзания почв [2–5; 9]. Представленные материалы свидетельствуют о тесной зависимости глубины протаивания и промерзания от гранулометрического состава материнских пород (рис. 5) и типа растительности (рис. 6).

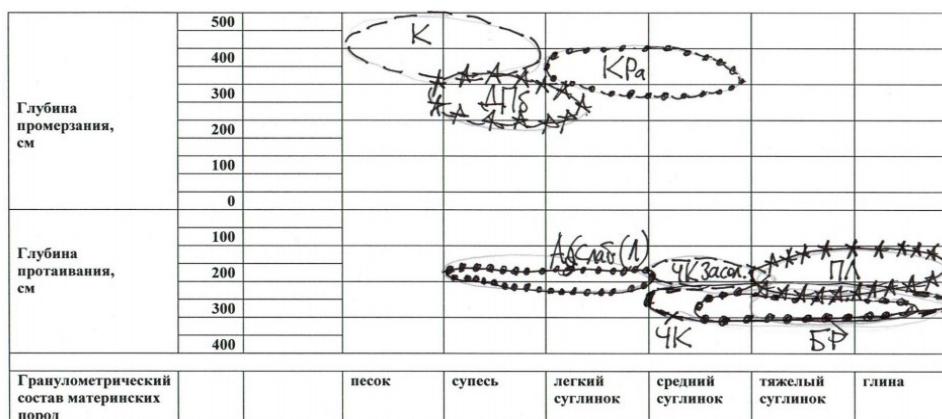


Рис. 5. Координатная система «Глубина промерзания/протаивания почв — гранулометрический состав материнских пород»

Почвы: Холодные: К — каштановые; Кра — криоаридные; ДПб — дерново-подбуры. Мерзлотные: БР — буроземы; ПЛ — палевые; ЧК — черноземы квазиоглеевые; ЧКз — черноземы квазиоглеевые засоленные; А(Л)дс — аллювиальные (лимнические) дерновые слаборазвитые.

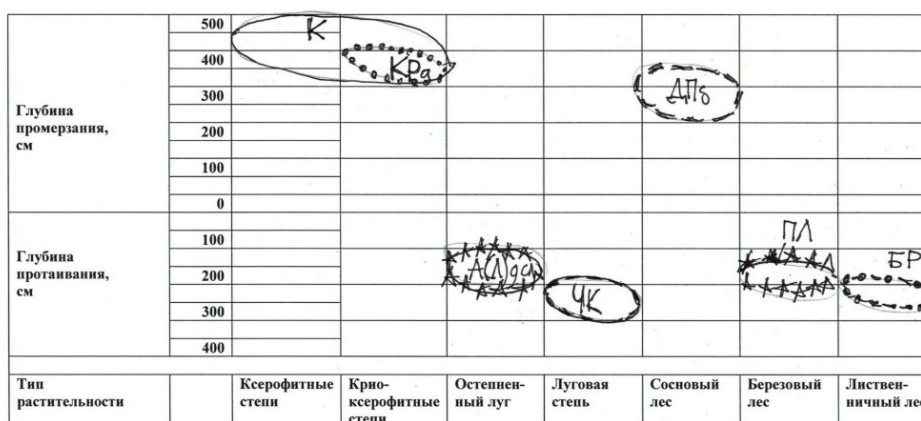


Рис. 6. Координатная система «Глубина промерзания/протаивания почв — тип растительности»

Почвы: Холодные: К — каштановые; Кра — криоаридные; ДПб — дерново-подбуры. Мерзлотные: БР — буроземы; ПЛ — палевые; ЧК — черноземы квазиоглеевые; ЧКз — черноземы квазиоглеевые засоленные; А(Л)дс — аллювиальные (лимнические) дерновые слаборазвитые.

Выделяются отчетливо две зоны: сезоннопротаивающие мерзлотные почвы на палеоген-неогеновых отложениях тяжелого гранулометрического состава и сезоннопромерзающие холодные почвы на продуктах выветривания щебнистых нижнепалеозойских гранитоидов легкого гранулометрического состава.

Первая группа почв занимают пологие склоны северных экспозиций, начиная от лиственничных вершин (буроземы — 2,5–3,0 м) через березовые леса средних частей (палевые — 2,3–2,5 м) до луговых степей (черноземы квазиоглеевые 2,1–2,75, меньше засоленные варианты) аккумулятивных ландшафтов. Эти почвы представляют Еравнинско-Телембинский котловинный почвенный округ ЮВП в пределах переходной зоны от островного к сплошному распространению многолетней мерзлоты.

Вторая группа почв формируются в условиях засушливого холодного климата под степной растительностью и сосновыми лесами. Наиболее глубоко промерзают каштановые (3–5 м) и криоаридные (3–4 м) элювиальных и делювиальных пород супесчано-суглинистого состава. Дерново-подбуры нижнетаежного пояса отрогов хр. Улан-Бургасы промерзают несколько ниже (2,5–3 м) и замыкают группу почв Кижингинско-Шилкинского почвенного округа ССС в условиях островного распространения многолетней мерзлоты (мощностью 50–30 м).

Сопряженный анализ мелкомасштабных карт (М 1:3 500 000) позволил выявить взаимоспецифические состояния почв и климатических факторов среды, определить климатические ареалы почв и распределение полей в координатах системы «почва — климат» на уровне почвенных округов. Для поиска новых сочетаний факторов почвообразования использованы тематические карты литогенных и мерзлотных условий [5], которые позволили определить ключевые полигоны-трансекты на разных типах распространения многолетней мерзлоты с контрастным почвенным покровом.

Заключение. На основе иерархического принципа почвенно-географического районирования последовательно выбраны Северо-Байкальская и Забайкальская горная провинции, внутри которых выделены пространственные границы Еравнинско-Телембинского юга Витимского плоскогорья и Кижингинско-Шилкинского среднегорного севера Селенгинского среднегорья почвенного округа по территории южной границы криолитозоны Забайкалья. Сопряженный анализ мелкомасштабных карт позволил выявить взаимоспецифические состояния почв и климатических факторов среды, определить климатические ареалы почв и распределение полей в координатах системы «почва — климат» на уровне почвенных округов.

Литература

1. Система почвенных карт: опыт применения принципов поликомпонентной базовой классификации почв / Т. В. Ананко, И. А. Соколов, Д. Е. Конюшков, Б. П. Градусов // Почвоведение. 1998. № 5. С. 620–631. Текст: непосредственный.
2. Бадмаев Н. Б. Классификационная оценка теплового режима мерзлотных катен Витимского плоскогорья // Почвоведение. 1995. № 9. С. 1109–1114. Текст: непосредственный.
3. Бадмаев Н. Б. Мерзлотный режим катен Еравнинской котловины Байкальского региона // География и природные ресурсы. 1997. № 2. С. 179–183. Текст: непосредственный.

Н. Б. Бадмаев, А. Б. Гынинова, Ю. Б. Цыбенков. Климатические ареалы и распределение полей в координатах системы «почва — климат» ...

4. Бадмаев Н. Б., Корсунов В. М., Куликов А. И. Теплолагообеспеченность склоновых земель. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1996. 126 с. Текст: непосредственный.
5. Бадмаев Н. Б. Координатный анализ и принципы распознавания почв. Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2008. 206 с. Текст: непосредственный.
6. Волобуев В. Р. Экология почв (очерки). Баку, 1963. 260 с. Текст: непосредственный.
7. Кузьмин В. А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1988. 175 с. Текст: непосредственный.
8. Куликов А. И. Криогенные трещины как фактор анизотропности почвы // Почвоведение. 1995. № 4. С. 415–419. Текст: непосредственный.
9. Куликов А. И., Дугаров В. И., Корсунов В. М. Мерзлотные почвы: экология, теплоэнергетика и прогноз продуктивности. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 1997. 313 с. Текст: непосредственный.
10. Ногина Н. А. Почвы Забайкалья. Москва: Наука, 1964. 312 с. Текст: непосредственный.
11. Соколов И. А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1993. 270 с. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 02.03.2021; одобрена после рецензирования 08.04.2021; принята к публикации 26.04.2021.

CLIMATIC AREAS AND FIELD DISTRIBUTION IN THE COORDINATES
OF "SOIL — CLIMATE" SYSTEM ALONG THE SOUTHERN BORDER
OF TRANSBAIKAL CRYOLITHOZONE

Nimazhap B. Badmaev

Dr. Sci. (Biol.), Prof. ¹,

Deputy Director for Research, Head of Geography and Soil Ecology Laboratory²

¹ Dorzhi Banzarov Buryat State University

² Institute of General and Experimental Biology SB RAS

24a Smolina St., Ulan-Ude 670000, Russia

nima_b@mail.ru

Ayur B. Gyninova

Dr. Sci. (Biol.), Chief Researcher,

Institute of General and Experimental Biology SB RAS

6 Sakhyanovoy St., Ulan-Ude 670047, Russia

ayur.gyninova@mail.ru

Yury B. Tsybenov

Cand. Sci. (Biol.), Head of Laboratory of Soil Biochemistry,

Institute of General and Experimental Biology SB RAS,

6 Sakhyanovoy St., Ulan-Ude 670047, Russia

jurcybenov@gmail.com

Abstract. Based on the hierarchical principle of soil-geographical regionalization we sequentially chosen North Baikal and Transbaikal mountain provinces, and distinguish within them spatial boundaries of Eravninsko-Telembinsky south of the Vitim plateau (SVP) and Kizhinginsko-Shilkinsky mid-mountain north of the Selenga Highlands (NSH) of the soil region along the southern border of Transbaikal cryolithozone. Cross-spectrum analysis of small-scale maps (M 1: 3 500 000) allowed us to reveal mutually specific constitution of

soils and climatic conditions, to determine the climatic range of soils and fields distribution in the coordinates of "soil-climate" system at the level of soil regions. For the search of new combinations of soil formation factors we used thematic maps of lithogenic and permafrost conditions, which made it possible to identify key transect polygons on different types of permafrost distribution with a contrasting soil cover.

Keywords: climatic parameters, coordinate analysis, soil cover, soil formation factors, ecological niche of soil types.

Acknowledgments

The work was carried out with the financial support of the RFBR grant No. 19-29-05250 mk and the research project No. 121030100228-4.

For citation

Badmaev N. B., Gyninova A. B., Tsybenov Yu. B. Climatic Areas and Field Distribution in the Coordinates of "Soil — Climate" System Along the Southern Border of Transbaikal Cryolithozone. *Bulletin of Buryat State University. Biology. Geography.* 2021; 2: 3–14 (In Russ.).

The article was submitted 02.03.2021; approved after reviewing 08.04.2021; accepted for publication 26.04.2021.